

**Abstract of JP2000240429**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform efficient regeneration of an NOX occlusion reduction catalyst regardless of an exhaust gas temperature. **SOLUTION:** An NOX occlusion reduction catalyst 7 is arranged in the exhaust passage 3 of an engine 1 and absorbs NOX contained in exhaust gas from an engine under lean air-fuel ratio operation. When an NOX occlusion amount of the catalyst 7 is increased, a liquid reducing agent (diesel oil) is injected in an exhaust passage on the upper stream side of the catalyst 7 through a reducing agent injection valve 91 and NOX is emitted from the catalyst 7 for reduction purification. An electronic control unit(ECU) 30 calculates the temperature of exhaust gas flowing in the catalyst 7 based on an engine running state and the more a calculated exhaust gas temperature is lower, the more an injection pressure of the reducing agent injection valve is increased and the grain size of injected reducing agent particles is decreased. By decreasing the grain size, the injected reducing agent particles are easily evaporated even at a low exhaust gas temperature. Since liquid reducing agent particles are prevented from reaching the catalyst 7, the reduction agent supplied to the catalyst 7 is effectively utilized.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-240429

(P2000-240429A)

(43)公開日 平成12年9月5日(2000.9.5)

(51)Int.Cl.  
F 01 N 3/08

識別記号

F I  
F 01 N 3/08

テマコト(参考)  
G 3 G 0 9 1

3/20  
3/28 3 0 1  
3/36

3/20  
3/28 3 0 1 C  
3/36 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-46181

(22)出願日 平成11年2月24日(1999.2.24)

(71)出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72)発明者 石山 忍  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72)発明者 塚崎 之弘  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(74)代理人 100077517  
弁理士 石田 敏 (外3名)

最終頁に続く

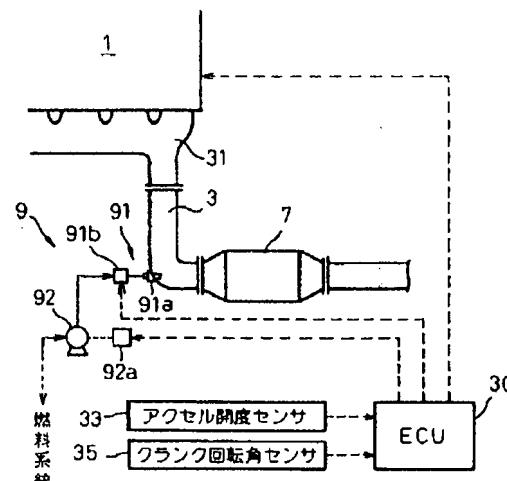
(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 排気温度にかかわらず効率的にNO<sub>x</sub>吸収還元触媒の再生を行う。

【解決手段】 機関1の排気通路3にNO<sub>x</sub>吸収還元触媒7を配置してリーン空燃比運転中の機関の排気に含まれるNO<sub>x</sub>を吸収し、触媒7のNO<sub>x</sub>吸収量が増大したときに、触媒7上流側の排気通路に還元剤噴射弁91から液体還元剤(ディーゼル油)を噴射して触媒7からNO<sub>x</sub>を放出させ、還元浄化する。電子制御ユニット(ECU)30は、機関運転状態に基づいて触媒7に流入する排気の温度を算出し、算出した排気温度が低いほど還元剤噴射弁の噴射圧力を上昇させて噴射される還元剤粒子の粒径を小さくする。粒径を小さくすることにより、噴射された還元剤粒子は低い排気温度でも容易に気化するようになり、液状の還元剤粒子が触媒7に到達することが防止されるため、触媒7に供給された還元剤が有効に利用されるようになる。

図 1



1...ディーゼル機関  
3...排気通路  
7...NO<sub>x</sub>吸収還元触媒  
9...還元剤供給装置  
30...電子制御ユニット(ECU)  
91...噴射弁

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒と、該 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の上流側の排気通路に液体還元剤を噴射する還元剤供給装置とを備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する排気温度に応じて前記還元剤供給装置から排気通路に噴射される還元剤の霧化状態を変化させる霧化制御手段を備えた、内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記霧化制御手段は、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する排気温度が低いほど噴射される還元剤の粒径を小さくすることにより還元剤の霧化状態を変化させる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記還元剤供給装置は、前記還元剤を排気通路に噴射する噴射弁を備え、前記霧化制御手段は前記噴射弁からの還元剤の噴射圧力を変化させることにより噴射される還元剤の粒径を変化させる請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気中の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気中の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒が知られている。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒はリーン空燃比空気下で排気中の $\text{NO}_x$ を吸収するが、吸収した $\text{NO}_x$ 量が増大し飽和量に到達するとそれ以上 $\text{NO}_x$ を吸収できなくなる。このため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を用いた排気浄化装置では定期的に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する排気の酸素濃度を低下させて $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる必要がある。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒をガソリン機関の排気浄化装置として使用した場合には、機関の運転空燃比を低下させると（すなわち機関をリッチ空燃比で運転すると）排気中の酸素濃度が低下するとともに排気中の未燃HC、CO成分が増大するため、上記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒から $\text{NO}_x$ が放出され、放出された $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒上でHC、COにより還元される。

【0003】ところが、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒をディーゼル機関の排気浄化装置として使用した場合には、機関をリッチ空燃比で運転することが困難であるため他の手段により排気中の酸素濃度を低下させることが必要とな

る。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒をディーゼル機関の排気浄化装置として使用する場合に排気酸素濃度を低下させて $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる方法としては、通常 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の上流側の排気通路に液体炭化水素等の還元剤を供給する方法が用いられる。上流側の排気通路に供給された還元剤が排気中に分散して排気とともに $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入すると、還元剤が $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒上で排気中の酸素と反応し酸化されるため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の界面酸素濃度が低下し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒から吸収した $\text{NO}_x$ が放出される。また、放出された $\text{NO}_x$ は $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒上で排気中の還元剤により還元浄化される。

【0004】 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に関するものではないが、排気通路に配置した触媒の上流側の排気通路に還元剤を供給する装置の例としては特開平5-44434号公報に記載されたものがある。同公報の装置は、ディーゼル機関の排気通路に酸化触媒を担持したパティキュレートフィルタを配置し、パティキュレートフィルタに捕集された排気微粒子を燃焼させる際にパティキュレートフィルタ上流側の排気通路に燃料（還元剤）を噴射することにより、噴射された燃料を酸化触媒上で燃焼させてパティキュレートフィルタの温度を上昇させるようにしたものである。また、同公報の装置では酸化触媒の活性化に応じて適量の燃料を供給するため、触媒に流入する排気の温度と機関吸入空気量に基づいて触媒に供給する燃料量を算出するとともに、触媒出口の排気温度に基づいて算出された燃料量を補正するようしている。

【0005】一般に触媒上流側の排気通路に還元剤を供給する場合には、供給された還元剤の全量が触媒で反応するようにして触媒下流側に未反応の還元剤が流出することを防止する必要がある。また、触媒は低温になるほど触媒能力が低下するため、排気温度が低い場合に排気温度が高い場合と同量の還元剤を供給すると供給された還元剤の一部が未反応のまま触媒下流側に流出してしまう場合がある。上記公報の装置は、排気温度の変化により未浄化の還元剤が触媒下流側に流出することを防止するため、排気温度（すなわち触媒の能力）に応じて供給する還元剤の量を決定し、供給された還元剤の全量が触媒上で反応するようにしたものである。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記特開平5-44434号公報の装置のように触媒に流入する排気温度に応じて適量の還元剤を触媒に供給しても、供給された還元剤の全量が触媒上で反応しない場合があることが判明している。例えば、触媒上流側の排気通路に供給された燃料等の液体還元剤が充分に気化することなく比較的大きな液体粒子のままの状態で触媒に到達すると、還元剤粒子は触媒表面に付着したり、あるいは液体粒子のままで触媒のセルを通過してしまう場合がある。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの $\text{NO}_x$ の放出、還元浄化操作

(以下、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒から吸収した $\text{NO}_x$  を放出させ還元浄化する操作を「 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒の再生操作」と呼ぶ)を行う場合に、上記液体還元剤粒子の触媒表面付着や通過(すり抜け)が生じると供給された還元剤が有効に利用されず、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒から放出された $\text{NO}_x$  の全量が還元浄化されなくなる場合がある。これを防止するために、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に供給する還元剤の量を増大して触媒に充分な量の還元剤を供給するようにすることは可能であるが、この場合、上記すり抜けのため $\text{NO}_x$  吸収還元触媒下流側に流出する未反応の還元剤の量が増大してしまい、還元剤の消費量が増大するのみならず排気性状が悪化する問題が生じる。

【0007】本発明は上記問題に鑑み、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に液体還元剤を供給する際に還元剤の霧化状態を適切に制御して還元剤の消費量の増大と排気性状の悪化とを防止可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$  を吸収し流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$  を放出する $\text{NO}_x$  吸収還元触媒と、該 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒の上流側の排気通路に液体還元剤を噴射する還元剤供給装置とを備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に流入する排気温度に応じて前記還元剤供給装置から排気通路に噴射される還元剤の霧化状態を変化させる霧化制御手段を備えた、内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0009】すなわち、請求項1に記載の発明では $\text{NO}_x$  吸収還元触媒上流側の排気温度に応じて還元剤の霧化状態を変更する。液体状の還元剤を排気通路に噴射する場合には、排気温度が低いと霧化状態が同一であっても(例えば噴射された還元剤の粒径が同一であっても)排気温度が高い場合に較べて排気中で気化せずに液体粒子のままで $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に到達する還元剤の量が増大する。一方、排気温度が高い場合には噴射された還元剤の霧化状態が多少悪くても還元剤が高温排気中で蒸発するため、液体粒子のまま $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に到達する還元剤の量は減少する。このため、排気温度に応じて噴射される還元剤の霧化状態を変化させることにより、前述の還元剤の触媒表面付着やすり抜けが生じることが防止される。

【0010】請求項2に記載の発明によれば、前記霧化制御手段は、前記 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に流入する排気温度が低いほど噴射される還元剤の粒径を小さくすることにより還元剤の霧化状態を変化させる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。すなわち、請求項2に記載の発明では、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に流入する排気温度が低いほど、排気通路に噴射される液体還元剤

の粒径が小さくなるようにされる。液体還元剤の粒径が小さい場合には還元剤は気化し易くなるため、排気中に噴射された還元剤は排気温度が低い場合でも充分に気化し気体の状態で $\text{NO}_x$  吸収還元触媒に到達する。このため、排気温度が低い場合でも $\text{NO}_x$  吸収還元触媒で液体還元剤粒子の付着やすり抜けが生じることがなくなり、供給された還元剤の全量が $\text{NO}_x$  吸収還元触媒からの $\text{NO}_x$  の放出、還元浄化に有効に使用されるようになる。このため、還元剤の消費量が低減されるとともに $\text{NO}_x$  吸収還元触媒下流側に流出する未反応の還元剤の量が低減される。

【0011】請求項3に記載の発明によれば、前記還元剤供給装置は、前記還元剤を排気通路に噴射する噴射弁を備え、前記霧化制御手段は前記噴射弁からの還元剤の噴射圧力を変化させることにより噴射される還元剤の粒径を変化させる請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。すなわち、請求項3に記載の発明では、還元剤は噴射弁を通じて排気通路に噴射され、還元剤の粒径は還元剤の噴射圧力を変化させることにより調整される。これにより、噴射された還元剤の霧化状態を簡易に変化させることができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の一実施形態について説明する。図1は、本発明の排気浄化装置の一実施形態の概略構成を示す図である。図1において、1は内燃機関を示す。本実施形態では、内燃機関1としてディーゼル機関が使用されており、機関の各気筒排気ポートは排気マニホールド31を介して共通の排気通路3に接続されている。更に、排気通路3上には後述する $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7が配置されている。図1に9で示すのは $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7再生操作時に $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7に還元剤を供給する還元剤供給装置である。還元剤供給装置は、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7の排気入口近傍に配置された還元剤噴射弁91を備え $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7に流入する排氣中に還元剤を噴射することにより $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7に流入する排氣中の酸素濃度を低下させ、触媒7から吸収した $\text{NO}_x$  を放出させるとともに、放出された $\text{NO}_x$  を還元浄化する。後述するように、本実施形態では還元剤として機関1の燃料(ディーゼル油)が使用される。還元剤供給装置9は、図示しない機関燃料系統から供給された燃料を加圧する電動機駆動の燃料ポンプ92を備え、燃料を加圧して還元剤噴射弁91から排気通路3内に噴射する。

【0013】図1に30で示すのは、機関1の電子制御ユニット(ECU)である。本実施形態では、ECU30はRAM、ROM、CPUを備えた公知の構成のマイクロコンピュータとして構成され、機関1の燃料噴射量、燃料噴射時期等の基本制御を行う他、還元剤供給装置9を制御して後述する $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7からの $\text{NO}_x$  の放出及び還元浄化操作( $\text{NO}_x$  吸収還元触媒の再

生操作) を実施する。

【0014】 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7の再生操作を行うため、ECU30の入力ポートには、機関のアクセルペダル近傍に配置されたアクセル開度センサ33から運転者のアクセルペダル踏込み量(アクセル開度、ACCP)に応じた電圧信号が、また、機関クランク軸近傍に配置されたクランク回転角センサ35からクランク軸一定回転角度毎に回転パルス信号が入力されている。ECU30は、クランク回転角センサ35から入力するパルス信号の時間間隔に基づいて一定時間毎に機関1の回転数NEを算出する。

【0015】また、ECU30の出力ポートは、図示しない駆動回路を介して燃料ポンプ92の電源制御回路92aと還元剤噴射弁91とに接続され、ポンプ92の回転数(吐出圧力)と噴射弁91の開弁時間(噴射量)とを制御している。本実施形態の $\text{NO}_x$  吸収還元触媒7は、アルミナ等の担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、セリウムCe、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つの成分と、白金Ptのような貴金属とを担持したものである。 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒は流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに、排気中の $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}_2$ 、NO)を硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ の形で吸収し、流入排気ガスの酸素濃度が低下すると吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ の吸放出作用を行う。

【0016】この吸放出のメカニズムについて、以下に白金PtおよびバリウムBaを使用した場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。流入排気中の酸素濃度が増大すると(すなわち排気の空燃比がリーン空燃比になると)、これら酸素は白金Pt上に $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ の形で付着し、排気中の $\text{NO}_x$ は白金Pt上の $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ と反応し、これにより $\text{NO}_2$ が生成される。また、流入排気中の $\text{NO}_2$ 及び上記により生成した $\text{NO}_2$ は白金Pt上で更に酸化されつつ触媒中に吸収されて吸収剤として作用する酸化バリウムBaOと結合しながら硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ の形で触媒内に拡散する。このため、リーン雰囲気下では排気中の $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒内に硝酸塩の形で吸収されるようになる。

【0017】また、流入排気中の酸素濃度が低下すると(すなわち、排気の空燃比が低下すると)、白金Pt上での $\text{NO}_2$ 生成量が減少するため反応が逆方向に進むようになり、触媒内の硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ は $\text{NO}_2$ の形で $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒から放出されるようになる。この場合、排気中にHC、CO等の成分が存在すると白金Pt上でこれらの成分により $\text{NO}_2$ が還元される。

【0018】本実施形態では、機関1としてディーゼル

機関が使用されているため機関の排気空燃比はリーンであり、通常運転中は排気通路3の $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7にはリーン空燃比の排気が流入し排気中の $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7に吸収される。また、 $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7上流側の排気通路3に還元剤が供給されると $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7には還元剤を含んだ排気が流入し、還元剤の一部は $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7の白金Pt上で酸素と反応する。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7の雰囲気中の酸素濃度が低下するとともに、還元剤の酸化により未燃HC、CO等の成分が発生する。還元剤の酸化により $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7の雰囲気酸素濃度が低下すると、上述したメカニズムにより $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7から $\text{NO}_x$ が放出され排気中のHC、CO成分により還元される。

【0019】上記 $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒からの $\text{NO}_x$ の放出、還元浄化操作( $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒の再生操作)に使用される還元剤としては、排気中で $\text{H}_2$ 等の還元成分やHC、CO成分を生成するものが使用され、例えば水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できる。本実施形態では、内燃機関1としてディーゼル機関が使用されているため、補給、貯蔵の便を考慮して還元剤として機関1の燃料(ディーゼル油)を使用するようにしている。

【0020】後述するように、本実施形態ではECU30は、機関負荷状態(アクセル開度ACCPと回転数NE)に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7に流入する排気温度を算出するとともに、 $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7の再生操作時に排気温度に基づいて燃料ポンプ92の電源電圧を制御して還元剤噴射弁91からの還元剤噴射圧力を制御し、また、還元剤噴射弁91の開弁時間を制御して噴射弁91からの還元剤の噴射量を制御している。

【0021】ところで、本実施形態のように $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7上流側の排気通路に液体還元剤(本実施形態ではディーゼル油)を噴射する場合には、特に排気温度が低い場合に噴射した還元剤が $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7の再生に有効に使用されない場合が生じる。ディーゼル機関は一般に排気温度が低く、低負荷運転では排気温度は200°C以下になる場合がある。このような場合には還元剤噴射弁91から噴射された燃料が排気中で充分に気化せずに液状粒子のまま $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7に到達する場合が生じる。還元剤が液状のまま $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7に到達すると、液体還元剤が $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒の入口部分に付着してしまい、この部分の触媒の排気との接触面積が低下したり、液状粒子のままの還元剤がセル壁面と接触しないまま $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒を通過してしまい下流側に流出する、いわゆる還元剤のすり抜けが生じる。この場合、 $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7に付着した還元剤、或いは $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒7をすり抜けた還元剤は $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒の再生には利用されないため、NO

$\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 では還元剤不足のため再生が充分に行われなくなる。この問題を防止するために、予めすり抜け等を考慮して再生操作時の  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 への還元剤供給量を増大すれば  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒上での還元剤不足が生じることはないが、この場合には再生操作に要する還元剤量が増大し機関燃料消費率が悪化するのみならず、すり抜け等により下流側に流出した還元剤により排気性状が悪化する問題が生じてしまう。

【0022】そこで、本実施形態では機関排気温度が低いほど還元剤噴射弁 9 1 から噴射される燃料の粒径を小さくすることにより上記問題を解決している。すなわち、噴射燃料の粒径が小さくなると燃料粒子の単位体積あたりの表面積が増大するため排気温度が低い場合でも燃料が容易に気化するようになる。従って、排気温度が低いときに噴射燃料の粒径を小さくすることにより、噴射された燃料は気化した状態で  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 に到達するようになり、供給された燃料（還元剤）が  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 上で有効に使用されるようになる。このため、排気温度が低いときにも少量の燃料で  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 の再生を完全に行うことができ、燃料（還元剤）消費量の増大が抑制されるとともに、液状燃料粒子のすり抜け等による排気性状の悪化が防止される。

【0023】次に、供給する燃料の粒径を変化させる方法について説明する。本実施形態では、還元剤噴射弁 9 1 としてスワール噴射弁が使用される。図 2 は、本実施形態のスワール噴射弁の概略構造を説明する図である。図 2において、噴射弁 9 1 はノズル 9 1 a、制御弁 9 1 b 及びこれらを接続する接続配管 9 1 c を備えている。ノズル 9 1 a は排気通路 3 を貫通して設置される。制御弁 9 1 は燃料ポンプ 9 2 からノズル 9 1 a に供給される加圧燃料を遮断する遮断弁として機能する。

【0024】図 3 はノズル 9 1 a の概略構造を説明する断面図である。図 3 (A) は、ノズル 9 1 (A) の軸線に沿った断面を示す。図 3 (A) において、9 1 1 はノズルボディ、9 1 3 はノズルボディ 9 1 1 に嵌挿された略円筒状のノズルピースを示している。ノズルピース 9 1 3 中心には軸線方向に、制御弁 9 1 b から接続配管 9 1 c を介して加圧燃料が供給される燃料通路 9 1 3 a が設けられている。図 3 (A) に 9 1 3 b で示すのは、スプリング 9 1 3 c により、燃料通路 9 1 3 a を閉鎖する方向に押圧付勢されたチェックボール、9 1 3 d はチェックボール 9 1 3 b の下側で燃料通路 9 1 3 a に接続するように半径方向に穿設された燃料通路である。

【0025】図 3 (B) はノズルピース 9 1 3 の図 3 (A) の B-B 線方向矢視図である。図 3 (B) に示すように、ノズルピース 9 1 3 は両側面に平面状の切り欠きが形成されており、ノズルボディ 9 1 1 の内周とノズルピース 9 1 3 外周との間にこの平面状の切り欠き部により、半径方向燃料通路 9 1 3 d に接続する燃料通路 9 1 3 e が形成されている。

【0026】また、ノズルピース 9 1 3 下部はその外周部がノズルボディ 9 1 1 内周と密接するように装着されている。ノズルピース 9 1 3 下面には図 3 (B) に示すように、溝 9 1 3 f が穿設されており、燃料通路 9 1 3 e とノズルボディ 9 1 1 中心の噴射孔 9 1 5 とを接続する噴射通路を形成している。図 3 (B) に示すように、噴射通路 9 1 3 f はノズルピース 9 1 3 下面外周から、ノズルピース 9 1 3 中心軸線に対してやや偏心した位置を指向するように設けられている。

【0027】制御弁 9 1 b が開弁すると、燃料ポンプ 9 2 から加圧燃料がノズルピース 9 1 3 の燃料通路 9 1 3 a に流入する。供給された燃料圧力による力がスプリング 9 1 3 c の付勢力を越えるとチェックボール 9 1 3 b は下方に移動し、燃料通路 9 1 3 a が半径方向燃料通路 9 1 3 d に連通する。これにより、加圧燃料は半径方向燃料通路 9 1 3 d からノズルピース両側の平面状切欠により形成される燃料通路 9 1 3 e に流入し、噴射通路 9 1 3 f から噴射孔 9 1 5 を通って排気通路 3 に噴射される。前述したように、ノズルピース 9 1 3 の噴射通路 9 1 3 f は、ノズルピース 9 1 3 中心軸線に対して偏心した方向を指向しているため、噴射通路 9 1 3 f を通る燃料は噴射孔 9 1 5 に対して接線方向速度を付与される。このため、噴射燃料は噴射孔 9 1 5 内で旋回しながら排気通路 3 に噴射されるようになり、噴射された燃料が微粒化する。

【0028】上記のようなスワールノズル 9 1 a では、燃料噴射圧力が上昇するにつれて、噴射通路 9 1 3 f 出口で大きな接線方向速度が燃料に付与されるようになるため、燃料噴射圧力が上昇するにつれて噴射孔 9 1 5 から噴射された燃料の霧化が良好になり、噴射された燃料粒子の粒径が小さくなる。本実施形態では、上記のスワール噴射弁 9 1 を用いて燃料噴射圧力を変化させることにより燃料粒子の霧化状態（粒径）を制御するようしている。すなわち、ECU 3 0 は  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 入口の排気温度を算出し、この排気温度に応じて還元剤供給装置 9 の燃料ポンプ 9 2 の電源制御回路 9 2 a を駆動して燃料ポンプ 9 2 の電動機に印加する電圧を調節する。電動機電圧が増大すると燃料ポンプ 9 2 の吐出圧が増大し、噴射弁 9 1 の燃料噴射圧力が増大するため、噴射燃料の粒径が低下する。また、電動機電圧が低下すると燃料ポンプ 9 2 の吐出圧力は低下するため、噴射弁 9 1 から噴射される燃料の粒径が大きくなる。

【0029】図 4 は、本実施形態における  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒 7 の上記再生操作を具体的に説明するフローチャートである。本操作は、ECU 3 0 により一定時間間隔で実行されるルーチンにより行われる。図 4 において、ステップ 4 0 1 では、クランク回転角センサ 3 5 の出力に基づいて算出された機関回転数 NE と、アクセル開度センサ 3 3 により検出されたアクセル開度 ACCP とが読み込まれる。そして、ステップ 4 0 3 では ACCP と

$N_E$  に基づいて現在の  $NO_x$  吸収還元触媒 7 の  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  が算出される。

【0030】本実施形態では、 $NO_x$  吸収量  $CNOX$  は機関の運転状態に基づいて算出される。機関から単位時間（例えば図4の操作の実行間隔）あたりに発生する  $NO_x$  量は、機関負荷条件（例えばアクセル開度と回転数など）により定まる。そこで、本実施形態では、予め機関を負荷条件を変えて運転し、各負荷条件下での  $NO_x$  発生量を実測し、例えばアクセル開度と回転数とを用いた数値テーブルの形で ECU 30 の ROM に格納してある。ステップ 403 では、ステップ 401 で読み込んだアクセル開度 ACCP と回転数  $N_E$  とから上記数値テーブルを用いて前回操作実行時から今回操作実行時までに機関から発生した  $NO_x$  量を算出する。そして、この発生量に所定の定数（排気中の  $NO_x$  のうち  $NO_x$  吸収還元触媒 7 に吸収される  $NO_x$  の割合）を乗じた値を  $CNOX$  に加算する。これにより、 $CNOX$  の値は  $NO_x$  吸収還元触媒 7 に吸収された  $NO_x$  量に対応した値となる。

【0031】なお本実施形態では、アクセル開度と回転数に基づいて算出した値を  $NO_x$  吸収還元触媒 7 の  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  として用いているが、例えば、前回再生操作実施後の機関の燃料噴射量の積算値、回転数の積算値、あるいは機関が比較的高回転で定常運転されているような場合には前回再生操作完了後の機関運転時間等を  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  として用いて計算を簡素化しても良い。

【0032】上記により、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 の  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  を算出後、ステップ 405 では、算出した  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  が所定値  $CNOX_0$  に到達したか否かが判定される。ここで、 $CNOX_0$  は、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 が吸収可能な最大  $NO_x$  量（飽和量）に対して充分な余裕をとった値に設定され、本実施形態では、 $CNOX_0$  は飽和量の 70 パーセント程度の値に設定されている。

【0033】ステップ 405 で  $CNOX \geq CNOX_0$  であった場合には、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 の  $NO_x$  吸収量が増大しており  $NO_x$  吸収還元触媒の再生操作を実行する必要があるため、ステップ 407 以下の操作を行う。すなわち、ステップ 407 では現在の  $NO_x$  吸収還元触媒 7 に流入する排気温度  $T_{EX}$  が機関負荷状態（アクセル開度、回転数）に基づいて算出される。

【0034】機関排気温度は機関負荷状態に対応して変化する。このため、本実施形態では、予め機関を異なる負荷状態で運転し、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 入口における排気温度を実測し、例えばアクセル開度と回転数とを用いた数値テーブルの形で ECU 30 の ROM に格納している。ステップ 407 では、ステップ 401 で読み込んだアクセル開度 ACCP と回転数  $N_E$  とから上記数値テーブルを用いて現在の排気温度  $T_{EX}$  を算出する。

【0035】なお、本実施形態では機関負荷状態に基づいて  $NO_x$  吸収還元触媒 7 に流入する排気温度  $T_{EX}$  を算出しているが、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 入口に排気温度を検出する排気温度センサを配置して排気温度  $T_{EX}$  を直接検出するようにすることも可能である。ステップ 407 で排気温度  $T_{EX}$  が算出されると、次にステップ 409 では、排気温度  $T_{EX}$  に基づいて予め定めた関係から燃料ポンプ 92 の噴射圧力目標値が設定される。本実施形態では、予め実験により各排気温度での噴射燃料の粒径（すなわち噴射弁 91 の噴射圧力）と燃料の気化状態との関係を実測により求めてあり、各排気温度において噴射燃料を良好に気化可能な噴射圧力が排気温度の関数として設定されている。ステップ 407 では、算出された排気温度  $T_{EX}$  に基づいて、上記関係を用いて目標噴射圧力が設定される。なお、目標噴射圧力は、排気温度が低いほど高く設定され、噴射弁 91 から噴射される燃料の粒径は小さくなる。

【0036】ステップ 411 では、再生操作に必要とされる還元剤（燃料）の量が排気温度  $T_{EX}$  に基づいて算出される。 $NO_x$  吸収還元触媒 7 は温度に応じて触媒活性が変化するため、再生操作時においても供給する還元剤（燃料）量は排気温度  $T_{EX}$  に応じて変化させることが好ましい。本実施形態では、予め触媒に  $CNOX$  に相当する量の  $NO_x$  が吸収された状態で再生操作に必要とされる還元剤量を各排気温度条件下で実験により求めてあり、ステップ 411 では、この関係に基づいて必要とされる燃料の噴射量を算出する。

【0037】ステップ 413 では、燃料ポンプ 92 の吐出圧力がステップ 409 で算出された噴射圧力となるように、電源制御回路 92a が制御され、ステップ 415 では設定した噴射圧力下でステップ 411 で算出した量の還元剤を噴射するために必要とされる噴射弁 91 の開弁時間（制御弁 91b の開弁時間）が設定され、噴射弁 91 が開弁される。これにより、噴射弁 91 からは、排気温度  $T_{EX}$  に応じて調節された粒径の燃料が必要量だけ噴射されるようになる。

【0038】上記操作終了後、ステップ 417 では  $NO_x$  吸収量  $CNOX$  の値はリセットされ、本操作は終了する。上述のように、 $NO_x$  吸収還元触媒 7 に流入する排気温度に応じて噴射弁 91 から噴射する燃料粒子の粒径を変化させることにより、噴射された燃料は排気温度にかかわらずほぼ全量が気化した状態で  $NO_x$  吸収還元触媒 7 に到達するようになるため  $NO_x$  吸収還元触媒 7 上では供給された燃料が有効に再生操作に使用されるようになり、再生操作に必要とされる燃料量（還元剤量）を低減することができるとともに、特に排気温度が低いときに生じやすい燃料粒子のすり抜けによる排気性状の悪化が防止される。

【0039】なお、本実施形態のように還元剤噴射弁から  $NO_x$  吸収還元触媒に還元剤を供給する場合、噴射弁

と $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒との距離が大きいと噴射弁から噴射された還元剤が排気流前後方向に拡散してしまい、充分に還元剤濃度の高い排気の層を形成できなくなる可能性がある。このため、還元剤噴射弁はできるだけ $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に近い位置に設置することが好ましい。ところが、噴射弁と還元剤との距離を短く設定すると、特に排気温度が低い場合には噴射された還元剤が気化せずに液状粒子のまま $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に到達しやすくなる問題がある。本実施形態では、排気温度に応じて噴射される還元剤粒子の粒径を変化させることにより、排気温度にかかわらず還元剤をほぼ全量が気化した状態で $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に到達させることが可能となる。このため、本実施形態によれば、液状の還元剤粒子が $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に到達することを防止しながら還元剤噴射弁を $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に近接した位置に配置することが可能となり、供給された還元剤が排気で希釈されることが防止されるので、更に $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒の再生を効率的に行うことが可能となる。

【0040】なお、上記実施形態では排気温度の各値に応じて連続的に燃料噴射圧力（燃料粒径）と噴射量とを変化させているが、例えば排気温度の所定値（例えば250°C程度）を境として、これより高温側と低温側とで燃料噴射圧力と噴射量とを切り換えるようにして制御を簡素化することも可能である。

#### 【0041】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、排気温度に応じて $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒に供給される還元剤の霧化状態が制御されるため、排気温度にかかわらず少量の還元剤で効率的に $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒の再生を行うことが可能になるとともに、未反応の還元剤が触媒下流側に流出することによる排気性状の悪化を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を自動車用ディーゼル機関に適用した実施形態の概略構成を説明する図である。

【図2】図1の還元剤噴射弁の構成を説明する図である。

【図3】図1の還元剤噴射弁の構成を説明する断面図である。

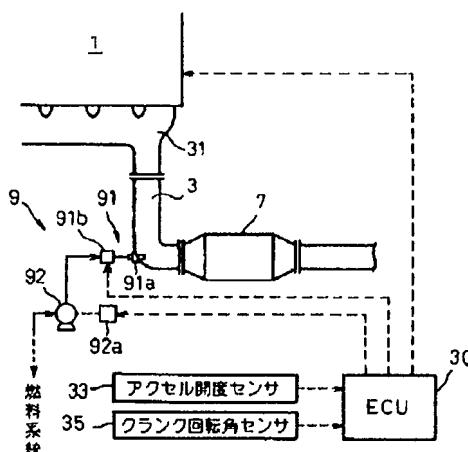
【図4】本実施形態の $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒再生操作を説明するフローチャートである。

#### 【符号の説明】

- 1 … ディーゼル機関
- 3 … 排気通路
- 7 …  $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒
- 9 … 還元剤供給装置
- 30 … 電子制御ユニット（ECU）
- 91 … 噴射弁

【図1】

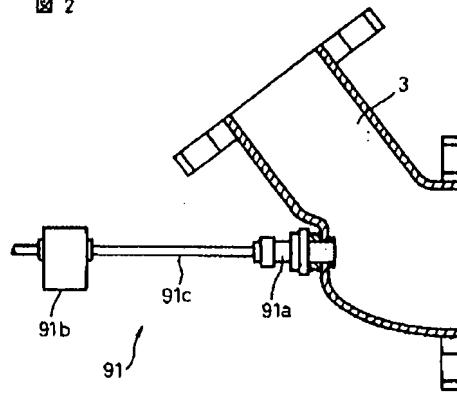
図1



- 1 … ディーゼル機関
- 3 … 排気通路
- 7 …  $\text{NO}_x$ 吸収還元触媒
- 9 … 還元剤供給装置
- 30 … 電子制御ユニット（ECU）
- 91 … 噴射弁

【図2】

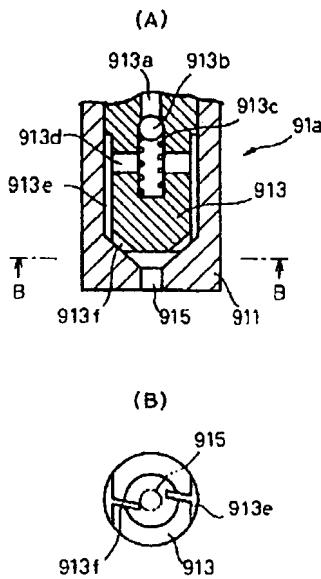
図2



- 3 … 排気通路
- 91 … 噴射弁
- 91a … ノズル
- 91b … 制御弁
- 91c … 保形配管

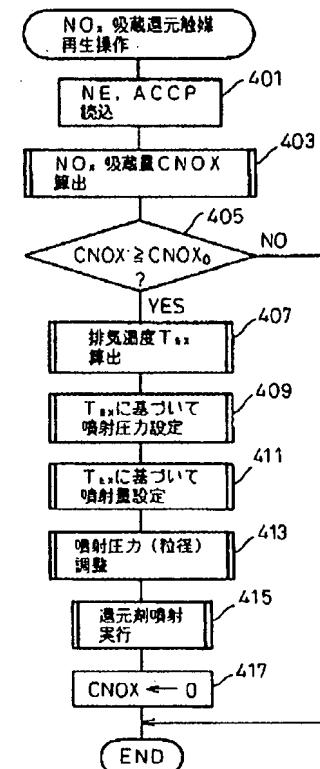
【図3】

図3



【図4】

図4



フロントページの続き

(72)発明者 田原 淳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 小林 正明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

F ターム(参考) 3G091 AA12 AA18 AA28 AB06 BA03

BA14 BA33 CA18 CA19 CB02

CB08 DB06 DB08 DB10 EA01

EA07 EA17 EA31 FA02 FA04

FA12 FA13 FB02 FB10 FB11

FB12 GB01X GB02W GB03W

GB04W GB05W GB06W GB10X

GB16X HA36